

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-038998

(43)Date of publication of application : 12.02.1999

(51)Int.Cl. G10L 9/00

G10L 3/02

(21)Application number : 09-191558

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 16.07.1997

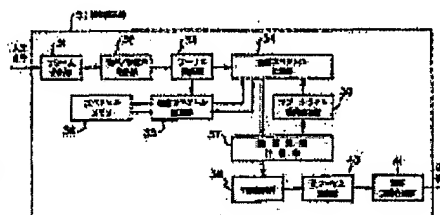
(72)Inventor : TAKAHASHI HIDEYUKI

(54) NOISE SUPPRESSION DEVICE AND RECORDING MEDIUM ON WHICH NOISE SUPPRESSION PROCESSING PROGRAM IS RECORDED

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily improve the SN ratio and sound quality in feeling of hearing by converting spectral information of output signals of a spectrum addition means into timedomain signals.

SOLUTION: A Fourier transform part 33 processes an output of a voice/ unvoice judgment part 32 with Fourier transform, and analyzing the spectral composition and outputting spectral information; a noise spectrum estimation part 35 estimates noise spectrum included in the output by referring to a spectrum memory 36. An amplitude spectrum subtraction part 34 subtracts the estimated noise spectrum multiplied by a subtraction coefficient from the output of the Fourier transform part 33. When the subtraction coefficient is not suitable, a negative amplitude calculation part 37 makes the amplitude spectrum subtraction part 34 and a subtraction coefficient setting part 38 repeat the processing. A subtraction coefficient setting part 38 sets a subtraction coefficient and outputs to the amplitude spectrum subtraction part 34. And, an inverse- Fourier transformation part 40 which is a time-domain signal transformation means processes an output of a half-wave rectifier 39 with an inverse- Fourier transformation.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-38998

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.⁶
G 1 0 L 9/00

識別記号

F I
G 1 0 L 9/00

F
C

3/02

3 0 1

3/02

3 0 1 D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-191558

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月16日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 ▲高▼橋 秀享

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

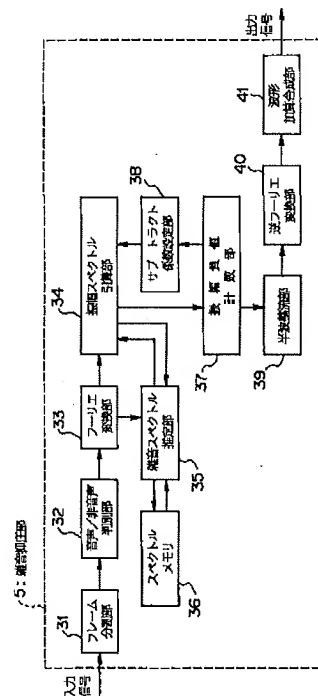
(74) 代理人 弁理士 伊藤 進

(54) 【発明の名称】 雑音抑圧装置および雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成や処理により、S/N比を改善するとともに聴感的な音質を向上することができる雑音抑圧装置等を提供する。

【解決手段】 入力フレーム信号の音声／非音声を判別する音声／非音声判別部32と、上記フレーム信号のスペクトル情報を出力するフーリエ変換部33と、雑音のスペクトル情報を推定する雑音スペクトル推定部35と、推定された雑音のスペクトル情報にサブトラクト係数を乗算して上記フレーム信号のスペクトル情報から減算する振幅スペクトル引算部34と、この振幅スペクトル引算部34の出力中の振幅値が負となる周波数成分の個数を計数する振幅負値計数部37と、該計数値が所定数以下となるまで上記サブトラクト係数の値を段階的に小さくするサブトラクト係数設定部38と、上記振幅負値計数部37の出力を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換部40とを備えた雑音抑圧装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フレーム分割された音声信号を音声フレーム信号と非音声フレーム信号とに判別する音声判別手段と、

上記フレーム信号のスペクトル成分を分析してスペクトル情報を出力するスペクトル分析手段と、
雑音のスペクトル情報を推定する雑音スペクトル推定手段と、

上記雑音スペクトル推定手段により推定された雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算し、上記フレーム信号のスペクトル情報から減算するスペクトル減算手段と、
上記スペクトル減算手段が出力するスペクトル情報を分析し、上記係数が適切であるかを評価する評価手段と、
上記評価手段の評価結果に基づき上記係数の値を変更する係数変更手段と、

上記評価手段の評価結果が所定の条件を満足するまで、
上記スペクトル減算手段から上記評価手段、上記係数変更手段にわたる処理を繰り返すように制御する制御手段と、

上記スペクトル減算手段の出力のスペクトル情報を時間領域の信号に変換する時間領域信号変換手段と、
を具備することを特徴とする雑音抑圧装置。

【請求項 2】 上記評価手段は、上記スペクトル減算するスペクトル情報の各周波数成分の内、振幅値が負となる周波数成分の個数を計数し、この計数値を所定の値と比較することにより評価を行うものであり、

上記係数変更手段は、上記評価手段が上記計数値は上記所定の値以上であると評価した場合に、係数の値を小さくするように変更するものである、
ことを特徴とする、請求項 1 に記載の雑音抑圧装置。

【請求項 3】 上記評価手段は、上記スペクトル減算するスペクトル情報の各周波数成分の内、振幅値が最小の周波数成分を抽出し、該周波数成分の振幅の値を所定の値と比較することにより評価を行うものであり、

上記係数変更手段は、上記評価手段が上記振幅の値は上記所定の値以下であると評価した場合に、係数の値を小さくするように変更するものである、
ことを特徴とする、請求項 1 に記載の雑音抑圧装置。

【請求項 4】 コンピュータによって音声信号に含まれる雑音を抑圧する処理をするための処理プログラムであって、

該処理プログラムはコンピュータに、フレーム分割された音声信号を音声フレーム信号と非音声フレーム信号とに判別させ、

上記フレーム信号のスペクトル成分を分析してスペクトル情報を出力させ、

雑音のスペクトル情報を推定させ、

上記推定させた雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算させ、

上記乗算結果を上記フレーム信号のスペクトル情報から

減算させ、

上記減算結果のスペクトル情報を分析させて上記係数が適切であるかを評価させ、

上記評価の結果が所定の条件を満足しない場合は、上記評価結果に基づき上記係数の値を変更させ、上記所定の条件を満足するまで上記推定させた雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算する処理から上記乗算の結果を上記フレーム信号のスペクトル情報から減算する処理と上記減算の結果のスペクトル情報を分析して上記係数が適切であるかを評価する処理と上記評価結果に基づき上記係数の値を変更する処理までを繰り返して実行させ、

上記評価の結果が所定の条件を満足した場合は、上記減算の結果のスペクトル情報を時間領域の信号に変換させることを特徴とする雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、スペクトル分析を行ってフレーム信号に含まれる雑音信号の低減を行う雑音抑圧装置および雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、マイクロフォン等から得られる音声信号をデジタル信号に変換して例えば半導体メモリに記録しておき、再生時において、半導体メモリからこの音声信号を読み出してアナログ信号に変換し、スピーカ等から音声として出力するタイプの音声記録再生装置が提案されている。

【0003】 このようなタイプの音声記録再生装置においては、半導体メモリに記録されるデータ量を節約するために、デジタル化された音声信号に対して高能率な符号化を施すことによって、発生するデータ量をできるだけ少なくするように工夫している。特に近年では、デジタル信号処理技術の発展により種々の音声符号化技術が開発されており、録音可能時間が飛躍的に長くなるようになっている。

【0004】 こうして開発された音声符号化技術の中で、音声信号を能率良く符号化するために広く用いられている手段として、音声信号を、スペクトル包絡を表す線形予測パラメータと、線形予測残差信号に対応する音源パラメータとを用いて符号化する方式がある。このような線形予測の手段を用いた音声符号化方式は、少ない伝送容量で比較的高品質な合成音声を得られることから、最近のハードウェア技術の進歩と相まって様々な応用方式が盛んに研究、開発されており、その中でも例えばマルチパルス駆動 L P C (Linear Predictive Coding)、C E L P (Code Excited Linear Predictive Coding) 等が良い音質が得られる方式として知られている。

【0005】 上述したような線形予測分析を基礎とした音声符号化技術は、比較的低いビットレートで高品質な

符号化性能を得ることができるという利点を有しているが、一方で、特に背景雑音等が混入すると急激に音質が劣化してしまうという難点も抱えている。

【0006】上述したような音声符号化技術を適用する分野としては、移動体電話や音声録音装置などが考えられており、これらは背景雑音が混入する場合を含む様々な環境下で使用されるものと想定されるために、上記音質劣化の問題点は、魅力的な製品を実現する上でどうしても解決しなければならない必須の課題である。

【0007】そこで、こうした音声符号化の前処理または後処理として、音声信号に重畳された背景雑音を抑圧する技術は、以前から盛んに研究されて開発が進められているが、その中でもスペクトルサブトラクションとよばれる方法は、比較的簡単な構成でかつ信号対雑音比（以下、 S/N 比と記す）の改善効果が高いものとしてよく知られており、特に音声認識装置の前処理として多く使用されている。このようなスペクトルサブトラクションを用いた雑音抑圧装置としては、例えば特開平 8-160994 号公報に記載されたものが挙げられる。

【0008】上記スペクトルサブトラクションは、入力信号のスペクトルに対して、推定した雑音スペクトルに所定の係数を乗算した後に減算するものであり、この係数はサブトラクト係数と呼ばれて 1 以上の値に設定されることが多い。1 以上の値に設定すると、背景雑音だけでなく音声の成分までも引いてしまう可能性があるにもかかわらず、このように設定することが多いのは、以下の理由による。

【0009】母音区間のように信号のエネルギーが大きいところでは、多少スペクトルを引き過ぎても音声スペクトルの形状にはほとんど影響がない。

【0010】逆に、子音区間のように信号のエネルギーが小さいところでは、スペクトルの形状が大きく歪んでしまうことになるが、信号のエネルギーが小さいところでは混入した背景雑音の中から音声のスペクトルだけを取り出すのはもともと困難であるために、スペクトルの引き過ぎによる影響は実質的にあまり生じない。

【0011】以上のような理由から、特に音声認識装置においてはサブトラクト係数を 1 以上の値に設定することが多い。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したようなスペクトルサブトラクション法は、音声認識装置のような機械上のデータを改善するものであって、実際の人間の聴感を考慮したものとはなっていないために、 S/N 比が改善されても、人間が聴いたときの音質は必ずしも良くなっていない場合があることが知られている。

【0013】実際に、上述したようなスペクトルサブトラクションによる雑音抑圧処理を、単純に音声記録再生装置における前処理または後処理として適用すると、 S

N 比は大きく改善されるにもかかわらず、スペクトルサブトラクションによって音声のスペクトル形状を必要以上に崩してしまい、不自然な音として知覚されて、聴感的にはかえって音質が劣化してしまうことが少なくない。

【0014】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、簡単な構成や処理により、 S/N 比を改善するとともに聴感的な音質を向上することができる雑音抑圧装置および雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、第 1 の発明による雑音抑圧装置は、フレーム分割された音声信号を音声フレーム信号と非音声フレーム信号とに判別する音声判別手段と、上記フレーム信号のスペクトル成分を分析してスペクトル情報を出力するスペクトル分析手段と、雑音のスペクトル情報を推定する雑音スペクトル推定手段と、上記雑音スペクトル推定手段により推定された雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算し上記フレーム信号のスペクトル情報から減算するスペクトル減算手段と、上記スペクトル減算手段が出力するスペクトル情報を分析し上記係数が適切であるかを評価する評価手段と、上記評価手段の評価結果に基づき上記係数の値を変更する係数変更手段と、上記評価手段の評価結果が所定の条件を満足するまで上記スペクトル減算手段から上記評価手段、上記係数変更手段にわたる処理を繰り返すように制御する制御手段と、上記スペクトル減算手段の出力のスペクトル情報を時間領域の信号に変換する時間領域信号変換手段とを備えたものである。

【0016】また、第 2 の発明による雑音抑圧装置は、上記第 1 の発明による雑音抑圧装置において、上記評価手段は、上記スペクトル減算するスペクトル情報の各周波数成分の内、振幅値が負となる周波数成分の個数を計数し、この計数値を所定の値と比較することにより評価を行うものであり、上記係数変更手段は、上記評価手段が上記計数値は上記所定の値以上であると評価した場合に、係数の値を小さくするように変更するものである。

【0017】さらに、第 3 の発明による雑音抑圧装置は、上記第 1 の発明による雑音抑圧装置において、上記評価手段は、上記スペクトル減算するスペクトル情報の各周波数成分の内、振幅値が最小の周波数成分を抽出し、該周波数成分の振幅の値を所定の値と比較することにより評価を行うものであり、上記係数変更手段は、上記評価手段が上記振幅の値は上記所定の値以下であると評価した場合に、係数の値を小さくするように変更するものである。

【0018】そして、第 4 の発明による雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体は、コンピュータによって音声信号に含まれる雑音を抑圧する処理をするための処

理プログラムであって、該処理プログラムはコンピュータに、フレーム分割された音声信号を音声フレーム信号と非音声フレーム信号とに判別させ、上記フレーム信号のスペクトル成分を分析してスペクトル情報を出力させ、雑音のスペクトル情報を推定させ、上記推定させた雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算させ、上記乗算結果を上記フレーム信号のスペクトル情報から減算させ、上記減算結果のスペクトル情報を分析させて上記係数が適切であるかを評価させ、上記評価の結果が所定の条件を満足しない場合は、上記評価結果に基づき上記係数の値を変更させ、上記所定の条件を満足するまで上記推定させた雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算する処理から上記乗算の結果を上記フレーム信号のスペクトル情報から減算する処理と上記減算の結果のスペクトル情報を分析して上記係数が適切であるかを評価する処理と上記評価結果に基づき上記係数の値を変更する処理までを繰り返して実行させ、上記評価の結果が所定の条件を満足した場合は、上記減算の結果のスペクトル情報を時間領域の信号に変換させる雑音抑圧処理プログラムを記録したものである。

【0019】従って、第1の発明による雑音抑圧装置は、音声判別手段がフレーム分割された音声信号を音声フレーム信号と非音声フレーム信号とに判別し、スペクトル分析手段が上記フレーム信号のスペクトル成分を分析してスペクトル情報を出力し、雑音スペクトル推定手段が雑音のスペクトル情報を推定し、スペクトル減算手段が上記雑音スペクトル推定手段により推定された雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算して上記フレーム信号のスペクトル情報から減算し、評価手段が上記スペクトル減算手段が出力するスペクトル情報を分析して上記係数が適切であるかを評価し、係数変更手段が上記評価手段の評価結果に基づき上記係数の値を変更し、制御手段が上記評価手段の評価結果が所定の条件を満足するまで上記スペクトル減算手段から上記評価手段、上記係数変更手段にわたる処理を繰り返すように制御し、時間領域信号変換手段が上記スペクトル減算手段の出力のスペクトル情報を時間領域の信号に変換する。

【0020】また、第2の発明による雑音抑圧装置は、上記評価手段が、上記スペクトル減算するスペクトル情報の各周波数成分の内、振幅値が負となる周波数成分の個数を計数し、この計数値を所定の値と比較することにより評価を行い、上記係数変更手段が、上記評価手段が上記計数値は上記所定の値以上であると評価した場合に、係数の値を小さくするように変更する。

【0021】さらに、第3の発明による雑音抑圧装置は、上記評価手段が、上記スペクトル減算するスペクトル情報の各周波数成分の内、振幅値が最小の周波数成分を抽出し、該周波数成分の振幅の値を所定の値と比較することにより評価を行い、上記係数変更手段が、上記評価手段が上記振幅の値は上記所定の値以下であると評価

した場合に、係数の値を小さくするように変更する。

【0022】そして、第4の発明による雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体は、コンピュータによって音声信号に含まれる雑音を抑圧する処理をするための処理プログラムであって、該処理プログラムは、コンピュータに、フレーム分割された音声信号を音声フレーム信号と非音声フレーム信号とに判別させ、上記フレーム信号のスペクトル成分を分析してスペクトル情報を出力させ、雑音のスペクトル情報を推定させ、上記推定させた雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算させ、上記乗算結果を上記フレーム信号のスペクトル情報から減算させ、上記減算結果のスペクトル情報を分析させて上記係数が適切であるかを評価させ、上記評価の結果が所定の条件を満足しない場合は、上記評価結果に基づき上記係数の値を変更させ、上記所定の条件を満足するまで上記推定させた雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算する処理から上記乗算の結果を上記フレーム信号のスペクトル情報から減算する処理と上記減算の結果のスペクトル情報を分析して上記係数が適切であるかを評価する処理と上記評価結果に基づき上記係数の値を変更する処理までを繰り返して実行させ、上記評価の結果が所定の条件を満足した場合は、上記減算の結果のスペクトル情報を時間領域の信号に変換させる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1から図7は本発明の第1の実施形態を示したものであり、図1は音声記録再生装置の全体構成の一例を示すブロック図、図2は音声記録再生装置の全体構成の他の例を示すブロック図、図3は記録媒体に記録された音声データをコンピュータを用いて再生する構成を示すブロック図である。

【0024】この実施形態は、音声記録再生装置やコンピュータを用いて音声記録再生の際に、本発明の雑音抑圧装置や記録媒体に記録された処理プログラムを適用したものである。

【0025】まず、図1を参照して音声記録再生装置の一構成例について説明する。

【0026】この音声記録再生装置は、図1に示すように、音声を入力して電気信号に変換するマイク1と、このマイク1からの音声信号を適正なレベルに増幅するためのマイクアンプ2と、このマイクアンプ2により増幅された音声信号から不要な高域成分を除去するためのローパスフィルタ3と、このローパスフィルタ3から出力されたアナログの音声信号をデジタルデータに変換するためのA/D変換器4と、このデジタルデータ化された音声信号に含まれる雑音信号成分を低減する雑音抑圧装置である雑音抑圧部5と、この雑音抑圧部5から出力された音声信号を録音動作時に符号化（圧縮）するとともに、再生動作時に符号化データの復号化（伸張）を行う符号化／復号化部6と、後述するシステム制御部1

3から得られるアドレス情報に基づいて後述する音声メモリ8に音声情報を記録／再生する際のコントロールを行うメモリ制御部7と、例えば半導体メモリ等で構成されている音声メモリ8と、上記符号化／復号化部6から出力されたデジタルの音声信号をアナログ信号に変換するためのD/A変換器12と、このD/A変換器12によりアナログ信号に変換された音声信号から不要な高域成分を除去するためのローパスフィルタ11と、このローパスフィルタ11から出力されたアナログの音声信号を増幅するパワーアンプ10と、このパワーアンプ10により駆動されて音声を発するスピーカ9と、各種の操作ボタン等により構成されている操作入力部14と、上述した符号化／復号化部6、メモリ制御部7、音声メモリ8を含むこの音声記録再生装置全体を統括的に制御するものであり上記操作入力部14の出力が接続されているシステム制御部13とを有して構成されている。

【0027】この図1に示す例では、雑音抑圧部5を、入力側に、つまり符号化／復号化部6における符号化部の前段に配置している。上述したように線形予測分析を基礎とした音声符号化では、背景雑音が混入すると良好な符号化を行うことができないために、このように前処理として雑音抑圧処理を行うことによって、より良好な音質の符号化を行うことを可能としたものである。

【0028】また、図2に示す音声記録再生装置は、雑音抑圧部5を、出力側に、つまり符号化／復号化部6における復号化部の後段に配置したものであり、その他の部分は上記図1に示したものと同様である。上述したように線形予測分析を基礎とした音声符号化では、符号化処理における演算量が膨大となるが、復号化処理における演算量は符号化処理におけるそれに比べてかなり少ないために、このように復号化処理を行った後に雑音抑圧処理を行うようにすれば、実質的な処理時間に影響がでないという利点を有している。

【0029】図3は、記録媒体に記録された音声データをコンピュータを用いて再生する構成を示すブロック図である。

【0030】コンピュータ21の記録媒体ドライブ21bには、音声データを記録した記録媒体22や、雑音抑圧プログラムを記録した記録媒体23が装着されて、これらの記録媒体22、23に記録されたデータを読み取ることができるようになっている。これら記録媒体22、23としては、例えばフロッピーディスクやCD-ROMなどが挙げられる。

【0031】上記CPU21aには、処理制御を行う際の作業領域となる内部メモリ21dが接続されるとともに、上記記録媒体ドライブ21bにより読み取った上記雑音抑圧プログラムや音声データを保存しておくための内蔵ハードディスク21cが接続されている。

【0032】上述のような音声データは、内蔵ハードディスク21c等に格納されている音声の再生処理プログ

ラムにより所定の再生処理が施されるが、その際に上記雑音抑圧プログラムも内蔵ハードディスク21cから読み出されて上記内部メモリ21dに展開され実行されるようになっている。

【0033】さらに、上記CPU21aには、このコンピュータ21に取り付けられたキーボード24が接続されており、使用者が必要に応じて各種の指示入力を行うことができるようになっている。

【0034】そして、このコンピュータ21には、処理に係る各種の情報を視覚的に表示するためのディスプレイ25と、上述のような音声の再生処理プログラムにより処理された音声を発音するためのスピーカ26とが接続されている。

【0035】このような構成において、音声信号に含まれる雑音信号を抑圧する処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体としては、上述した記録媒体23（フロッピーディスクやCD-ROMなど）の他に、コンピュータ21の内蔵ハードディスク21cやRAM等の内部メモリ21dも含まれている。

【0036】次に、図4は、上記雑音抑圧部5の詳細な構成を示すブロック図である。

【0037】この雑音抑圧部5は、入力信号を所定の長さのフレーム単位に分割するフレーム分割部31と、該フレーム分割された音声信号が有音（音声）であるか無音（非音声）であるかをそのエネルギーレベルに基づいて判別して例えばフラグ等の判別情報を付加する音声判別手段たる音声／非音声判別部32と、この音声／非音声判別部32の出力をフーリエ変換（FFT）することによりスペクトル成分を分析してスペクトル情報を出力するスペクトル分析手段たるフーリエ変換部33と、このフーリエ変換部33の出力に含まれる雑音のスペクトルを後述するスペクトルメモリ36を参照して推定する雑音スペクトル推定手段たる雑音スペクトル推定部35と、この雑音スペクトル推定部35により推定された非音声フレームに係る雑音スペクトルを例えば過去2フレーム分にわたって記憶しておくスペクトルメモリ36と、上記フーリエ変換部33の出力からこの雑音スペクトル推定部35により推定された雑音のスペクトルにサブトラクト係数を乗算したものを減算するスペクトル減算手段たる振幅スペクトル引算部34と、この振幅スペクトル引算部34の出力の内の振幅が負となる周波数成分の個数を計数することにより上記サブトラクト係数が適切であるかを評価する評価手段であり適切でない場合には適切となるまで上記振幅スペクトル引算部34と後述するサブトラクト係数設定部38に繰返して処理を行わせる制御手段たる振幅負値計数部37と、この振幅負値計数部37の出力に基づきサブトラクト係数を設定して上記振幅スペクトル引算部34に出力する係数変更手段たるサブトラクト係数設定部38と、上記振幅負値計数部37の出力の半波整流を行う半波整流部39と、

この半波整流部39の出力を逆フーリエ変換(IFFT)する時間領域信号変換手段たる逆フーリエ変換部40と、この逆フーリエ変換部40の出力波形を加算して合成し出力する波形加算合成部41とを有して構成されている。

【0038】図5は、上述したような雑音抑圧部5の動作または上記コンピュータ21において処理プログラムにより行われる制御を示すフローチャートである。

【0039】動作がスタートすると、フレーム分割部31は、入力された信号を所定の長さのフレーム間隔に切り出す(ステップS1)。

【0040】次に、サブトラクト係数 s_c を初期化して2.0に設定しておく(ステップS2)。

【0041】そして、後段でフーリエ分析する際に必要な周波数分解精度が得られるようにフレーム信号に対して窓かけ処理を行う(ステップS3)。このときフレームはオーバーラップするように処理が行われる。これは、さらに後段の合成処理で合成して接続したときに、フレーム境界で不連続な波形になるのを防止するためである。

【0042】この様子を図6に示す。図6は、オーバーラップするように窓かけ処理を行う様子を説明するための図である。この図に示す例においては、50%ずつオーバーラップさせた分析窓を選択している。

【0043】そして、窓関数としては、例えば次の数式1に示すようなハニング窓を用いる。

【0044】

【数1】

$$w(n) = 0.5 - \cos \{2\pi n / (L-1)\}$$

ここに、 L は1フレームあたりのサンプル数、 n はフレーム内におけるサンプルの位置を表しており、すなわち、 $n = (0, 1, \dots, L-1)$ である。

【0045】続いて、窓かけ処理されたフレーム信号について、上記音声/非音声判別部32により音声/非音声判別処理を行う(ステップS4)。この判別処理の方法については、従来より各種の提案がなされているが、例えば本出願人による特願平8-92768号に記載した方法を適用することができる。

【0046】その後、フーリエ変換部33において、フレーム信号に対してフーリエ変換(FFT)を行うことにより、スペクトル成分を分析してスペクトル情報を出力する(ステップS5)。

【0047】次に、上記ステップS4の判別結果に基づいて、現フレームが音声区間であるかを判定する(ステップS6)。

【0048】ここで音声区間でない場合には、スペクトルメモリ36から非音声フレームの過去2フレームの振幅スペクトルを読み出して、これらと現フレームの振幅スペクトルとから平均振幅スペクトルを計算し、その平均振幅スペクトルを推定雑音スペクトルとする(ステッ

プS7)。

【0049】このスペクトルメモリ36は、所定フレーム分(この例では2フレーム分)のスペクトルデータの記憶容量を有し、その初期値としては、処理開始から最初の非音声フレームにおけるスペクトルデータであってもよいし、全てを0としてもよい。

【0050】次に、スペクトルメモリ36の内容を、図7に示すような手段により更新する(ステップS8)。

【0051】図7は、スペクトルメモリを更新するときの動作を示す図である。

【0052】このスペクトルメモリは、 N サンプルでなるフレームデータを2フレーム分記憶することができるようになっており、非音声区間の内の1フレーム過去のスペクトルデータの記憶領域を領域A、非音声区間の内の2フレーム過去のスペクトルデータの記憶領域を領域Bとしている。

【0053】このような構成において、スペクトルメモリを更新する際には、まず、領域Aに記憶されているスペクトルデータを領域Bにコピーしてシフトさせ、次に、現フレームのスペクトルデータを領域Aにコピーすることにより行われる。

【0054】上記ステップS6において現フレームが音声区間であると判断された場合、または上記ステップS8が終了した場合には、振幅スペクトル引算部34において、次の数式2に従って現フレームの振幅スペクトルから推定雑音スペクトルにサブトラクト係数を掛けたものを減算する(ステップS9)。

【0055】

$$\text{【数2】 } E(n) = S(n) - s_c \cdot N(n)$$

ただし、 $S(n)$ は現フレームにおける入力信号の振幅スペクトル、 $N(n)$ は推定雑音スペクトル、 s_c は上記サブトラクト係数を示している。

【0056】そして、振幅負値計数部37により振幅が負値となる周波数成分の個数 mn を計数し(ステップS10)、この mn が所定数(例えば8)よりも小さいか否かを判定する(ステップS11)。

【0057】ここで、 mn が所定数以上である場合には、サブトラクト係数設定部38においてサブトラクト係数 s_c の値を0.5小さくした後に(ステップS12)、上記ステップS9に戻って減算を行う。

【0058】このようなステップS9～S12の動作は、上記振幅負値計数部37によって mn が所定数よりも小さくなったと判断されるまで繰り返して実行される。

【0059】こうして、上記ステップS11において、 mn が所定数よりも小さいと判断されると、半波整流部39において半波整流を行い、負値となっている周波成分を0に置き換える(ステップS13)。

【0060】その後、逆フーリエ変換部40において逆フーリエ変換(IFT)を行い(ステップS14)、

さらに、波形加算合成部 41 において、上記図 6 に示したような方法で波形を加算して合成し（ステップ S15）終了する。

【0061】このような第 1 の実施形態によれば、各フレームに適したサブトラクト係数を設定することができるために、簡単な構成で、S/N 比を改善するとともに、必要以上にスペクトル形状が崩れるのを抑制して、聴感的な音質の向上を図ることができる。

【0062】図 8、図 9 は本発明の第 2 の実施形態を示したものであり、図 8 は雑音抑圧部の詳細な構成を示すブロック図、図 9 は雑音抑圧部の動作またはコンピュータにおいて処理プログラムにより行われる制御を示すフローチャートである。この第 2 の実施形態において、上述の第 1 の実施形態と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

【0063】この第 2 の実施形態の雑音抑圧部や雑音を抑圧する処理プログラムが適用される、音声記録再生装置やコンピュータの構成は、上述した第 1 の実施形態の図 1 から図 3 に示したものとほぼ同様である。

【0064】次に、図 8 を参照して本実施形態の雑音抑圧部について説明する。

【0065】この雑音抑圧部は、第 1 の実施形態における振幅負値計数部 37 の代わりに、振幅最小値検出部 42 を設けたものである。

【0066】すなわち、上記振幅スペクトル引算部 34 の出力は、評価手段であり制御手段たる振幅最小値検出部 42 に入力されて、振幅値が最小の周波数成分が抽出され、該振幅値と所定の値とが比較されるようになっている。

【0067】この振幅最小値検出部 42 の出力はサブトラクト係数設定部 38 に入力されて、サブトラクト係数が変更されるようになっている。

【0068】そして、振幅最小値検出部 42 がサブトラクト係数が適切であると評価した場合には、その出力は半波整流部 39 に入力されて半波整流される。

【0069】続いて、図 9 を参照してこの第 2 の実施形態の動作について説明する。

【0070】上記ステップ S9 において、振幅スペクトル引算部 34 により、現フレームの振幅スペクトルから推定雑音スペクトルにサブトラクト係数を掛けたものを減算した後に、振幅最小値検出部 42 において振幅最小値 E_{min} を検出する（ステップ S21）。

【0071】そして、この振幅最小値 E_{min} が所定数（例えば -100）よりも大きいのか否かを判定する（ステップ S22）。

【0072】この振幅最小値 E_{min} が所定数（例えば -100）以下である場合には、上記ステップ S12 に進み、一方、所定数より大きい場合には上記ステップ S13 に進んで、その後は上記図 5 に示したものと同様の動

作を行う。

【0073】このような第 2 の実施形態によれば、振幅の最小値を検出することにより、上述の第 1 の実施形態と同様の効果を奏することができる。

【0074】なお、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

【0075】〔付記〕以上詳述したような本発明の上記実施形態によれば、以下のごとき構成を得ることができる。

【0076】（1） コンピュータによって音声信号に含まれる雑音を抑圧する処理をするための処理プログラムであって、該処理プログラムはコンピュータに、フレーム分割された音声信号を音声フレーム信号と非音声フレーム信号とに判別させ、上記フレーム信号のスペクトル成分を分析してスペクトル情報を出力させ、雑音のスペクトル情報を推定させ、上記推定させた雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算させ、上記乗算結果を上記フレーム信号のスペクトル情報から減算させ、上記減算結果のスペクトル情報を分析させて上記係数が適切であるかを評価させ、上記評価の結果が所定の条件を満足しない場合は、上記評価結果に基づき上記係数の値を変更させ、上記所定の条件を満足するまで上記推定させた雑音のスペクトル情報に所定の係数を乗算する処理から上記乗算の結果を上記フレーム信号のスペクトル情報から減算する処理と上記減算の結果のスペクトル情報を分析して上記係数が適切であるかを評価する処理と上記評価結果に基づき上記係数の値を変更する処理までを繰り返して実行させ、上記評価の結果が所定の条件を満足した場合は、上記減算の結果のスペクトル情報を時間領域の信号に変換させることを特徴とする雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体。

【0077】（2） 上記雑音抑圧処理プログラムはさらに、コンピュータに上記減算結果のスペクトル情報を分析させて上記係数が適切であるかを評価させるときにおいて、上記減算結果のスペクトル情報の各周波数成分の内、振幅値が負となる周波数成分の個数を計数させ、この計数値を所定の値と比較させることにより評価をさせ、コンピュータに上記評価結果に基づき上記係数の値を変更させるときにおいて、上記評価結果が上記計数値が上記所定の値以下であると評価された場合に係数の値を小さくさせるように変更させることを特徴とする、付記（1）に記載の雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体。

【0078】（3） 上記雑音抑圧処理プログラムはさらに、コンピュータに上記減算結果のスペクトル情報を分析させて上記係数が適切であるかを評価させるときにおいて、上記減算結果のスペクトル情報の各周波数成分の内、振幅値が最小の周波数成分を抽出させ、該周波数

成分の振幅値を所定の値と比較させることにより評価をさせ、コンピュータに上記評価結果に基づき上記係数の値を変更させるときにおいて、上記評価結果が上記振幅の値が上記所定の値以下であると評価された場合に係数の値を小さくするように変更させることを特徴とする、付記(1)に記載の雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体。

【0079】付記(1)に記載の雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体によれば、簡単な処理をコンピュータに行わせることにより、S/N比を改善するとともに聴感的な音質を向上することが可能となる。

【0080】付記(2)に記載の雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体によれば、振幅値が負となる周波数成分の個数に基づいて、付記(1)に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0081】付記(3)に記載の雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体によれば、振幅値が最小となる周波数成分の振幅の値に基づいて、付記(1)に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0082】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1による本発明の雑音抑圧装置によれば、簡単な構成により、S/N比を改善するとともに聴感的な音質を向上することができる。

【0083】また、請求項2による本発明の雑音抑圧装置によれば、振幅値が負となる周波数成分の個数に基づいて、請求項1に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0084】さらに、請求項3による本発明の雑音抑圧装置によれば、振幅値が最小となる周波数成分の振幅の値に基づいて、請求項1に記載の発明と同様の効果を奏することができる。

【0085】そして、請求項4による本発明の雑音抑圧処理プログラムを記録した記録媒体によれば、簡単な処理をコンピュータに行わせることにより、S/N比を改善するとともに聴感的な音質を向上することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の音声記録再生装置の全体構成の一例を示すブロック図。

【図2】上記第1の実施形態の音声記録再生装置の全体構成の他の例を示すブロック図。

【図3】上記第1の実施形態において、記録媒体に記録された音声データをコンピュータを用いて再生する構成を示すブロック図。

10 【図4】上記第1の実施形態の雑音抑圧部の詳細な構成を示すブロック図。

【図5】上記第1の実施形態の雑音抑圧部の動作またはコンピュータにおいて処理プログラムにより行われる制御を示すフローチャート。

【図6】上記第1の実施形態において、オーバーラップするように窓かけ処理を行う様子を説明するための図。

【図7】上記第1の実施形態において、スペクトルメモリを更新するときの動作を示す図。

【図8】本発明の第2の実施形態の雑音抑圧部の詳細な構成を示すブロック図。

20 【図9】上記第2の実施形態の雑音抑圧部の動作またはコンピュータにおいて処理プログラムにより行われる制御を示すフローチャート。

【符号の説明】

5…雑音抑圧部(雑音抑圧装置)

21…コンピュータ

21c…内蔵ハードディスク(記録媒体)

21d…内部メモリ(記録媒体)

23…記録媒体

32…音声/非音声判別部(音声判別手段)

30 33…フーリエ変換部(スペクトル分析手段)

34…振幅スペクトル引算部(スペクトル減算手段)

35…雑音スペクトル推定部(雑音スペクトル推定手段)

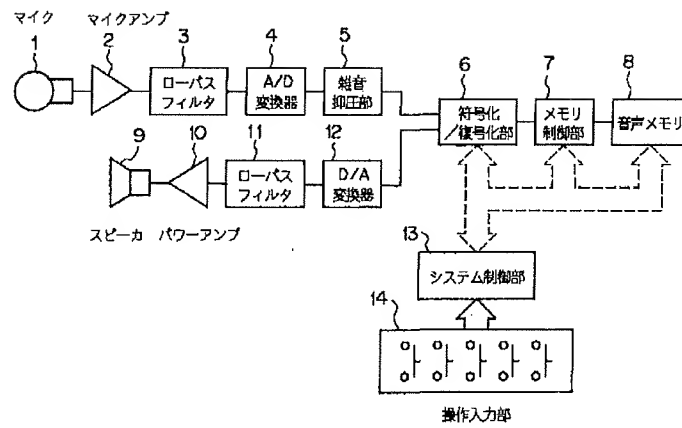
37…サブトラクト係数設定部(係数変更手段)

38…振幅負値計数部(評価手段、制御手段)

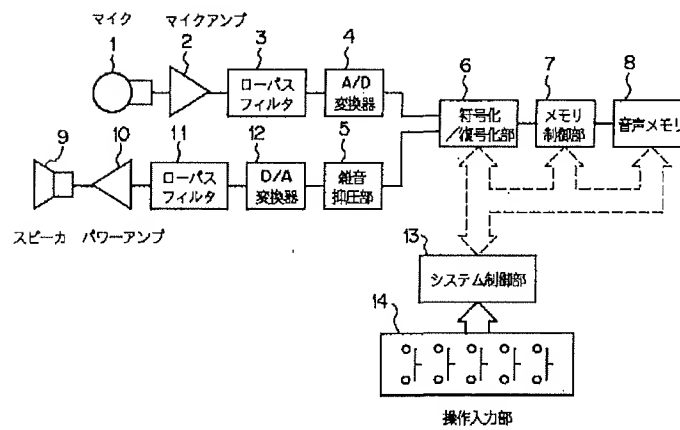
40…逆フーリエ変換部(時間領域信号変換手段)

42…振幅最小値検出部(評価手段、制御手段)

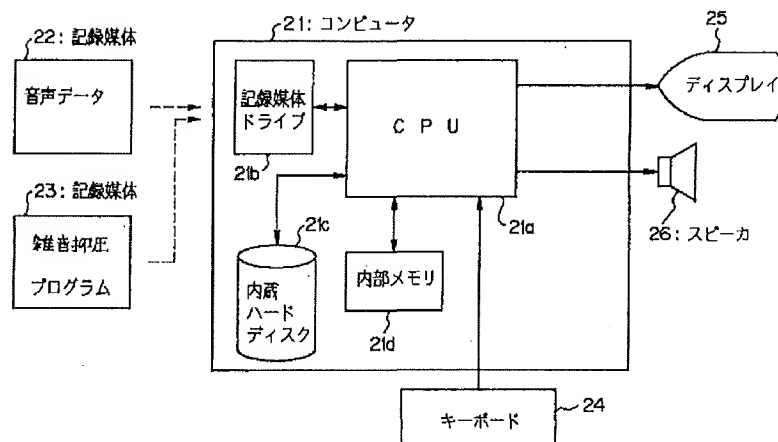
【図1】



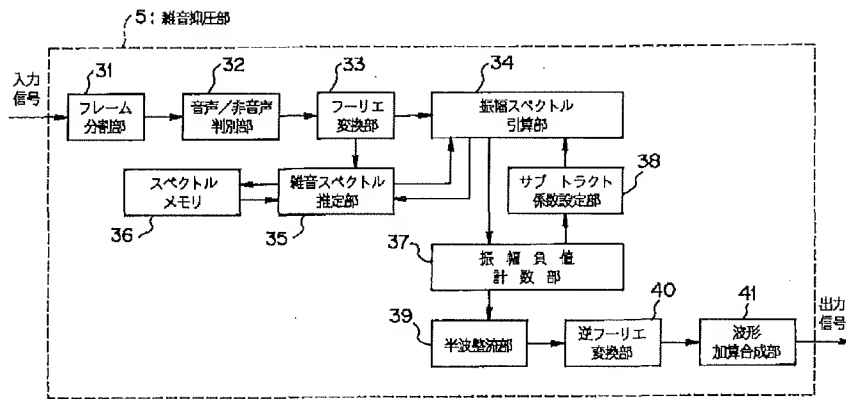
【図2】



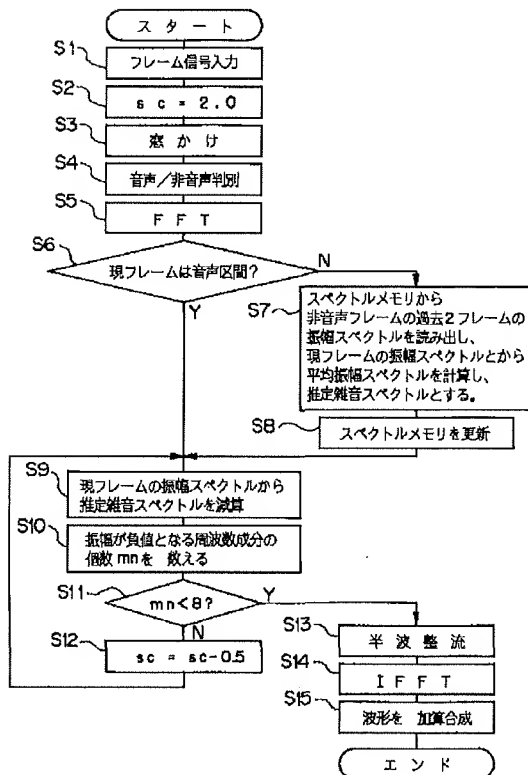
【図3】



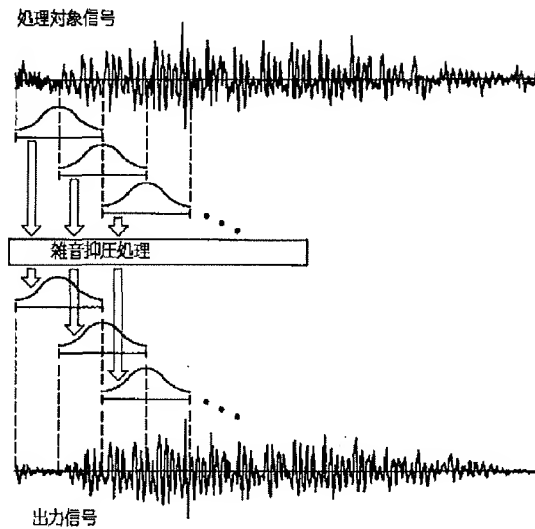
【図 4】



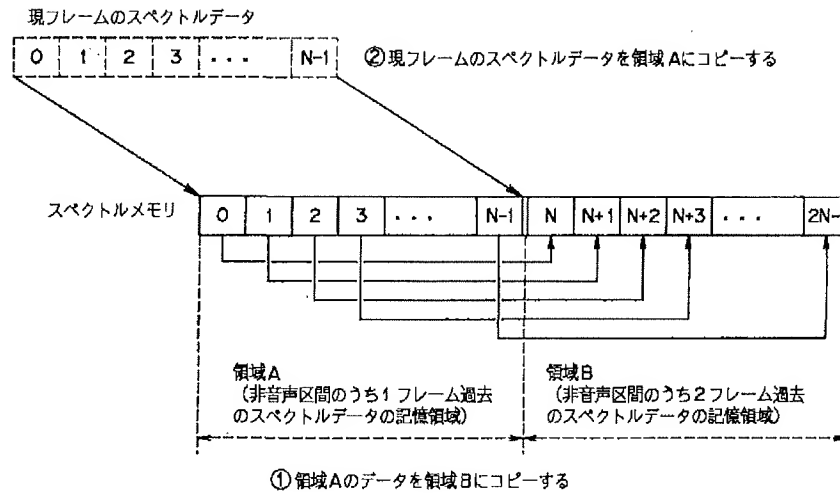
【図 5】



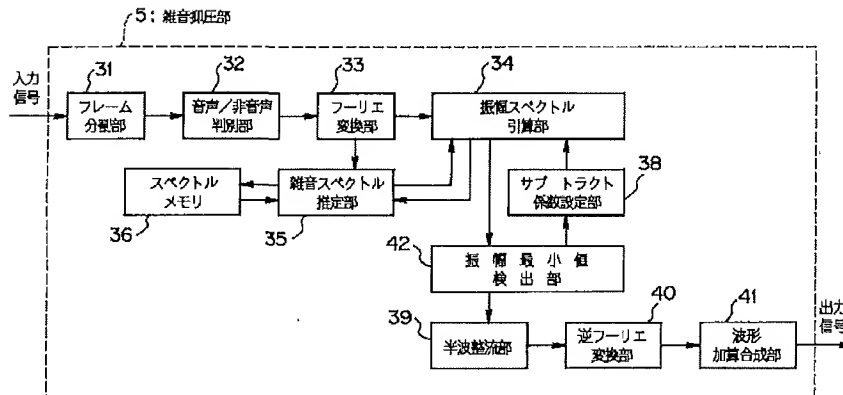
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

